

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-040829

(43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

H01B 3/00

H01B 3/46

(21)Application number : 09-190865

(71)Applicant : NISSHIN STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 16.07.1997

(72)Inventor : KOURA SETSUKO

SAKADO KENJI

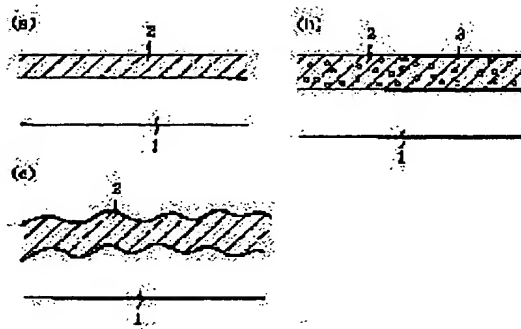
TAOMOTO TOSHIE

(54) SOLAR CELL INSULATING BOARD AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form an oxide layer which is effective as an insulating layer for a solar cell board on the surface of a stainless steel plate through a sol-gel method.

SOLUTION: An insulating layer 2 which is as thick as 1 to 10 μm is formed on the surface of a stainless steel plate 1 as a base which serves as a solar cell board. Inorganic compound whose reflectivity is 70% or above to visible light may be dispersed into the insulating layer 2. When a stainless steel plate, whose surface is finely rugged or corrugated to promote the scattered multiple reflection of an incident light, is used as the stainless steel plate board, a solar cell is improved in photoelectric conversion efficiency, when the above stainless steel plate is used. The stainless steel plate 1 is brought into contact with a solution of organic solvent, where metal alkoxide such as alkoxysilane or the like, organoalkoxysilane, water, and thickening agent are dissolved. The solution attached to the surface of the stainless steel plate is dried up and then baked, whereby an insulating layer is formed on the surface of the stainless steel plate 1.



*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An insulating substrate for solar cells which uses a stainless steel plate as a substrate and by which an insulating layer by a sol-gel method is formed in the surface of said substrate.

[Claim 2]The insulating substrate for solar cells according to claim 1 which uses a stainless steel plate with the surface with detailed unevenness or a wave as a substrate.

[Claim 3]The insulating substrate for solar cells according to claim 1 which is an oxide layer in which an insulating layer has the thickness which is 1-10 micrometers.

[Claim 4]An insulating substrate for solar cells which insulating inorganic powder is distributing to the insulating layer according to claim 1 or 3.

[Claim 5]An insulating substrate for solar cells whose inorganic powder according to claim 4 is an inorganic compound of not less than 70% of light reflectance.

[Claim 6]A stainless steel plate is contacted in a solution made to dissolve alkoxysilane, organoalkoxysilane with a structural formula of (1), water, and a thickener in an organic solvent, A manufacturing method of an insulating substrate for solar cells drying and calcinating a solution adhering to the surface of this stainless steel plate, and forming an insulating layer on the surface of a stainless steel plate.



X: Vinyl group, epoxy group, amino group, meta-KURIROKISHI group, or sulfhydryl group R : an alkyl group

[Claim 7]A manufacturing method of the insulating substrate for solar cells according to claim 6 which uses a solution containing one sort of aluminum alkoxide, an alkoxide of an alkaline metal, and an alkoxide of alkaline-earth metals, or two sorts or more.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to an insulating substrate for solar cells excellent in flexibility, heat resistance, and insulation, and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]The glass plate and the stainless steel plate are used for the substrate which forms the solar cell which consists of amorphous Si etc. Especially, its attention is paid to the stainless steel plate as a substrate material which utilized the flexibility outstanding as compared with the glass plate. When using a stainless steel plate as a substrate for solar cells, it is necessary to carry out the insulation process of the substrate face, and the resin system insulating film, the inorganic system insulating film, the metal oxide film, the anodic oxide film, etc. are proposed. For example, in JP,59-47776,A, polymers resin membrane about 2 micrometers thick is formed by applying liquefied resin on the surface of a stainless steel substrate, and carrying out high temperature firing by the spinner, a spray, and dip coating. At JP,59-47775,A, insulating films, such as SiO_2 and $\text{aluminum}_2\text{O}_3$, SiN_x , and amorphous Si, are formed by sputtering, vacuum evaporation, ion plating, plasma CVD, the pyrolysis CVD, etc.

[0003]

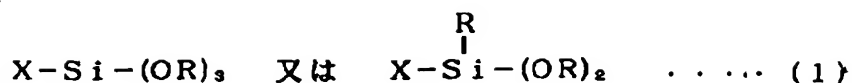
[Problem(s) to be Solved by the Invention]A resin system insulating film has flexibility and is excellent also in shock resistance. However, if heated at the time of deposition of amorphous Si which works as a solar cell, a pyrolysis will be carried out, and it will be easy to generate gas, and will become a cause which introduces a defect into an amorphous Si layer. Since moisture resistance is not enough, either, there is a problem in respect of endurance. On the other hand, in the method of providing an inorganic system insulating film by sputtering, vacuum evaporation, ion plating, plasma CVD, the pyrolysis CVD, etc., time is taken until an insulating film grows up to be required thickness, and a manufacturing cost becomes high. This invention is thought out that such a problem should be solved and is a thing.

The purpose is for the inorganic system insulating layer whose adhesion is good and thick to provide the substrate for solar cells formed in the stainless steel plate surface by adopting a sol-gel method.

[0004]

[Means for Solving the Problem]In order that an insulating substrate for solar cells of this invention may attain the purpose, a stainless steel plate is used as a substrate and an insulating layer by a sol-gel method is formed in the surface of said substrate. If an oxide layer with a thickness of 1-10 micrometers is formed in the stainless steel plate surface, an insulating layer with sufficient insulating property will be obtained. If an insulating layer is made to distribute insulating inorganic powder, generating of a crack will be prevented and thick film-ization of an insulating layer will become easy. Especially, if an inorganic compound of not less than 70% of light reflectance is used as insulating powder, the optical confinement effect will be acquired and photoelectric conversion efficiency of a solar cell will improve. A stainless steel plate used by this invention has austenite, a ferrite series, a martensite system, etc., for example, although a steel type is not specified. If a stainless steel plate with the surface with detailed unevenness which promotes a dispersion multiple echo of incident light, or a wave is used as a stainless steel plate board, photoelectric conversion efficiency will improve.

[0005]sol which this insulating substrate for solar cells made dissolve alkoxysilane, organoalkoxysilane with a structural formula of (1), water, and a thickener in an organic solvent -- a stainless steel plate being contacted in a -**** solution, and, A solution which adhered on the surface of a stainless steel plate is dried and calcinated, and it is manufactured by forming an insulating layer on the surface of a stainless steel plate. In a solution to be used, one sort of aluminum alkoxide, an alkoxide of an alkaline metal, and an alkoxide of alkaline-earth metals or two sorts or more may be added. sol -- a -**** solution is applied to the stainless steel plate surface by dip coating, spreading, a spray, etc.



X: Vinyl group, epoxy group, amino group, meta-KURIROKISHI group, or sulfhydryl group R : alkyl group [0006]

[Function]The sol-gel method is used from the former as a method of making an oxide layer forming in a metal plate surface.

It has the strong point which can form an oxide layer at low temperature comparatively.

However, in the conventional sol-gel method, a thin film of 1 micrometer or less is only obtained for thickness. Including many pinholes, since insulation is not enough, such a thin film cannot be used as an insulating layer of the substrate for solar cells. By the way, when the coating solution which used organoalkoxysilane as the film reinforcement and was added to the alkoxide by using hydroxyalkyl cellulose as a thickener was used, this invention persons found out that the oxide layer of a thick film was formed comparatively, and proposed by Japanese Patent Application No. No. 40558 [eight to] etc.

[0007]basic sol -- including the alkoxide of aluminum alkoxide, alkoxysilane, organoalkoxysilane, an alkaline metal, and/or alkaline-earth metals, alcohol amine, and water, the solvent of an alcohol system is used for a -**** bath in order to dissolve each alkoxide. Water addition hydrolyzes and the alkoxide which dissolved in the alcohols solvent serves as hydroxide. However, since settlings generate in rapid hydrolysis, the reaction velocity of hydrolysis is adjusted with addition of alcohol amine. this sol -- if a stainless steel plate is coated with a -**** bath by immersion, spreading, a spray, etc., the hydrolyzed hydroxide, such as an alkoxide of aluminum alkoxide, alkoxysilane, an alkaline metal, and alkaline-earth metals, will adhere.

[0008]If a stainless steel plate is heated in this state, a synthetic reaction will advance and an oxide layer will be formed on the surface of a stainless steel plate. Heating at this time is substantially low as compared with the temperature which prints the conventional inorganic system oxide at about 100-600 **. Therefore, it becomes an insulating layer which moreover presents the original outstanding insulation of an oxide, without having a thermal adverse effect on a stainless steel plate. The formed insulating layer differs from the oxide layer by the conventional sol-gel method. Combination of the network structure of silica is strengthened by organoalkoxysilane addition, it grows up thickly from generating of the crack accompanying evaporation of a rapid solvent being controlled by addition of hydroxyalkyl cellulose, and the adhesion over a stainless steel plate is also good. -izing of the oxide layer can be carried out [thick film] by repeating spreading-dry-calcination. For example, if the oxide layer 2 of 1 micrometers or more of thickness is formed in the surface of the stainless steel plate 1 as shown in drawing 1 (a), the defect of the pinhole etc. which tend to be produced in a thin film will be lost, and insulating property sufficient as an insulating layer for solar cells will be revealed. However, as for the thickness of the oxide layer 2, since the adhesion over the stainless steel plate 1 falls in too thick an oxide layer 2, adjusting to 10 micrometers or less is preferred.

[0009]the sol which distributed insulating powder, such as an oxide, a nitride, and carbide, -- use of a -**** bath will obtain the oxide layer 2 (drawing 1 b) of the thick film which the insulating powder 3 distributed. The insulating powder 3 controls the crack generation of the oxide layer 2, and can carry out [thick film]-izing of the oxide layer 2 comparatively easily. Especially, if powder with the high visible light reflex characteristic is used as the insulating powder 3, the multiple echo of incident light when a solar cell is constituted will be promoted, and photoelectric conversion efficiency will improve. As powder with the high visible light reflex characteristic, in a reflection property, as shown in drawing 2, SiO_2 , TiO_2 , CaCO_3 , MgCO_3 , etc. are used outside $\text{aluminum}_2\text{O}_3$ and ZnOMgO . an oxide layer -- sol -- in order to form and grow up by the contact interface of a -**** bath and a stainless steel substrate, it becomes the uniform thickness which imitated the surface shape of the stainless steel substrate correctly. Then, if the stainless steel plate 1 is used as the irregular surface (drawing 1 c), the oxide layer 2 which imitated the surface unevenness will be formed. The irregular oxide layer 2 promotes the scattered reflection and the multiple echo of incident light, and raises photoelectric conversion efficiency by the optical confinement effect.

[0010]

[Example]

Example 1:aluminum isopropoxide: -- 1.0 mol and orthosilicic acid tetraethyl: -- it dissolving in butyl Cellosolve:15 mol and 2.5 mol, sodium-methoxide:1.0 mol, tri-isopropanolamine:4.0 mol, and water:7.0 mol, agitating for 24 hours -- sol -- the -**** bath was prepared. the obtained sol -- the -**** bath was transparent, and even if it carried out churning neglect for 100 hours, it was stable. sol -- after pulling up stainless steel plate SUS of 0.15 mm of board thickness 430 and coating with law using a -**** bath, it was made to dry at ordinary temperature for 2 minutes, and calcinated for 2 minutes at 380 **. The obtained oxide film was a transparent membrane which had a uniform and precise structure at 2.0 micrometers in thickness.

[0011]example 2: -- sol -- stainless steel plate SUS430 was coated with the bottom of the same conditions

as Example 1 except adding aluminum₂O₃:20 weight section further to a -**** bath. The obtained oxide film was a transparent membrane which had a uniform and precise structure at 8.0 micrometers in thickness.

example 3: -- sol -- stainless steel plate SUS430 was coated with the bottom of the same conditions as Example 1 except adding MgO:30 weight section further to a -**** bath. The obtained oxide film was a transparent membrane which had a uniform and precise structure at 10 micrometers in thickness.

example 4: -- the sol same except using stainless steel plate SUS430 which adjusted surface roughness to R_z 1.26micrometer and R_{max} 1.66micrometer, and gave the wave of one way to surface roughness as Example 1 -- the stainless steel plate was coated using the -**** bath. The obtained oxide film was a transparent membrane which had a uniform and precise structure at 2.0 micrometers in thickness, the surface shape of the stainless steel plate was imitated correctly, and the wave of one way was attached.

[0012]The stainless steel plate in which the oxide layer was formed in Examples 1-4 was used as a substrate for solar cells, and the solar cell was formed as follows in accordance with the conventional method. First, the heated substrate face was made to vapor-deposit the mixture of indium oxide and tin oxide, and the lower electrode was formed with the prescribed interval. And the amorphous Si film was formed with plasma CVD method on the lower electrode, and the indium oxide film was formed by sputtering process on the amorphous Si film as a translucency upper electrode corresponding to a lower electrode. The translucency passivation membrane was formed by applying polymer resin uniformly and calcinating it on a translucency upper electrode.

[0013]About each obtained solar cell, photoelectric conversion efficiency was measured using the Sora simulator by Yamashita electrical incorporated company. The solar cell which uses the substrate of Example 1 showed the photoelectric conversion efficiency of 8%. In Examples 2 and 3 in which the insulating layer which added powder with high visible light reflection efficiency was formed, photoelectric conversion efficiency increased with 9% and 10%, respectively. In Example 4 which uses a stainless steel plate with a wave, 10% and high photoelectric conversion efficiency were acquired. It was checked that the stainless steel plate in which the insulating layer was formed in Examples 1-4 can be used with which highly efficient substrate for solar cells so that clearly from this result.

[0014]
[Effect of the Invention]As explained above, since the substrate for solar cells of this invention forms the oxide layer of the effective thickness as an insulating layer on the surface of a stainless steel substrate with the sol-gel method, it is excellent in heat resistance and moisture resistance as compared with the conventional organic system insulating layer, and does not generate gas at the time of amorphous Si deposition, etc. As compared with the conventional inorganic system insulating layer, it is formed by a very simple method and the oxide layer formed with a sol-gel method turns into an insulating layer which presents the outstanding insulating property. And since the oxide layer which imitated the surface shape of the substrate is formed when using as a substrate distribution and the stainless steel plate by which surface control was carried out of the powder excellent in the visible light reflex characteristic, the optical confinement effect becomes large and is used as a substrate for solar cells with high photoelectric conversion efficiency.

[Translation done.]

特開平11-40829

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) IntCl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

H 0 1 L 31/04

M

H 0 1 B 3/00

H 0 1 B 3/00

G

3/46

3/46

E

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平9-190865

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月16日

(71) 出願人 000004581

日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(72) 発明者 小浦 節子

千葉県市川市高谷新町7番1号 日新製鋼

株式会社技術研究所内

(72) 発明者 坂戸 健二

千葉県市川市高谷新町7番1号 日新製鋼

株式会社技術研究所内

(72) 発明者 埴本 敏江

千葉県市川市高谷新町7番1号 日新製鋼

株式会社技術研究所内

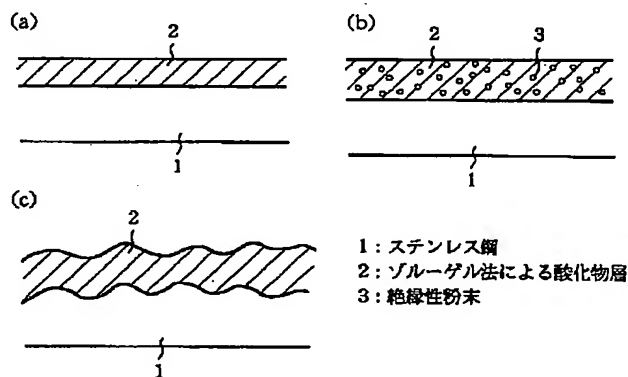
(74) 代理人 弁理士 小倉 亘

(54) 【発明の名称】 太陽電池用絶縁基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 太陽電池用基板の絶縁層として有効な酸化物をゾルゲル法でステンレス鋼板表面に形成する。

【構成】 この太陽電池用基板は、基材としてのステンレス鋼板1の表面に、ゾルゲル法による厚み1~10 μm の絶縁層2が形成されている。絶縁層には、可視光反射率70%以上の無機化合物を分散させても良い。ステンレス鋼板基板として、入射光の散乱多重反射を促進させる微細な凹凸やうねりのある表面をもつステンレス鋼板を使用すると、光电変換効率が向上する。アルコキシシラン等の金属アルコキシド、オルガノアルコキシシラン、水及び増粘剤を有機溶媒に溶解させた溶液にステンレス鋼板を接触させ、ステンレス鋼板の表面に付着した溶液を乾燥・焼成し、ステンレス鋼板の表面に絶縁層を形成することにより製造される。



1

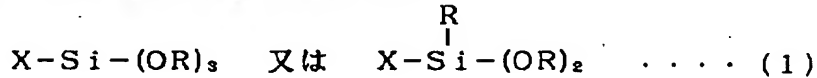
【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステンレス鋼板を基材とし、ゾルーゲル法による絶縁層が前記基板の表面に形成されている太陽電池用絶縁基板。

【請求項2】 微細な凹凸又はうねりのある表面をもつステンレス鋼板を基材とする請求項1記載の太陽電池用絶縁基板。

【請求項3】 絶縁層が1～10 μ mの厚みをもつ酸化物層である請求項1記載の太陽電池用絶縁基板。

【請求項4】 請求項1又は3記載の絶縁層に絶縁性の*10



X：ビニル基，エポキシ基，アミノ基，メタクリロキシ基又はメルカプト基

R：アルキル基

【請求項7】 アルミニウムアルコキシド，アルカリ金属のアルコキシド及びアルカリ土類金属のアルコキシドの1種又は2種以上を含む溶液を使用する請求項6記載の太陽電池用絶縁基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、可撓性、耐熱性、絶縁性に優れた太陽電池用絶縁基板及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】非晶質Si等からなる太陽電池を形成する基板には、ガラス板やステンレス鋼板が使用されている。なかでも、ステンレス鋼板は、ガラス板に比較して優れた可撓性を活用した基板材料として着目されている。ステンレス鋼板を太陽電池用基板として使用する場合、基板表面を絶縁処理する必要があり、樹脂系絶縁皮膜、無機系絶縁皮膜、金属酸化皮膜、陽極酸化皮膜等が提案されている。たとえば、特開昭59-47776号公報では、スピナー、スプレー、浸漬法で液状樹脂をステンレス鋼基板の表面に塗布し、高温焼成することにより厚み2 μ m程度の高分子樹脂皮膜を形成している。また、特開昭59-47775号公報では、スパッタリング、蒸着、イオンプレーティング、プラズマCVD、熱分解CVD等でSiO₂、Al₂O₃、SiNx、非晶質Si等の絶縁皮膜を形成している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】樹脂系絶縁皮膜は、可撓性があり、耐衝撃性にも優れている。しかし、太陽電池として働く非晶質Siの堆積時に加熱されると、熱分解してガスを発生し易く、非晶質Si層に欠陥を導入する原因となる。また、耐湿性も十分でないことから、耐久性の点で問題がある。他方、スパッタリング、蒸着、イオンプレーティング、プラズマCVD、熱分解CVD

2

*無機粉末が分散している太陽電池用絶縁基板。

【請求項5】 請求項4記載の無機粉末が可視光反射率70%以上の無機化合物である太陽電池用絶縁基板。

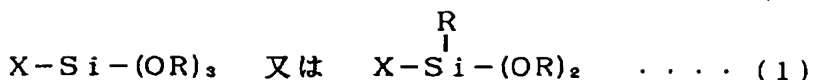
【請求項6】 アルコキシシラン，(1)の構造式をもつオルガノアルコキシシラン，水及び増粘剤を有機溶媒に溶解させた溶液にステンレス鋼板を接触させ、該ステンレス鋼板の表面に付着した溶液を乾燥・焼成し、ステンレス鋼板の表面に絶縁層を形成することを特徴とする太陽電池用絶縁基板の製造方法。

等で無機系絶縁皮膜を設ける方法では、絶縁皮膜が必要厚みに成長するまで時間がかかり、製造コストが高くなる。本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、厚膜化が可能なゾルーゲル法を採用することにより、密着性が良好で厚い無機系絶縁層がステンレス鋼板表面に形成された太陽電池用基板を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の太陽電池用絶縁基板は、その目的を達成するため、ステンレス鋼板を基材とし、ゾルーゲル法による絶縁層が前記基板の表面に形成されていることを特徴とする。1～10 μ mの厚みをもつ酸化物層をステンレス鋼板表面に形成すると、十分な絶縁特性をもつ絶縁層が得られる。絶縁層に絶縁性の無機粉末を分散させると、クラックの発生が防止され絶縁層の厚膜化が容易になる。なかでも、可視光反射率70%以上の無機化合物を絶縁性粉末として使用すると、光閉じ込め効果が得られ、太陽電池の光電変換効率が向上する。本発明で使用されるステンレス鋼板は、銅種が特定されるものではないが、たとえばオーステナイト系、フェライト系、マルテンサイト系等がある。ステンレス鋼板基板として、入射光の散乱多重反射を促進させる微細な凹凸又はうねりのある表面をもつステンレス鋼板を使用すると、光電変換効率が向上する。

【0005】この太陽電池用絶縁基板は、アルコキシシラン，(1)の構造式をもつオルガノアルコキシシラン，水及び増粘剤を有機溶媒に溶解させたゾルーゲル溶液にステンレス鋼板を接触させ、ステンレス鋼板の表面に付着した溶液を乾燥・焼成し、ステンレス鋼板の表面に絶縁層を形成することにより製造される。使用する溶液には、アルミニウムアルコキシド，アルカリ金属のアルコキシド及びアルカリ土類金属のアルコキシドの1種又は2種以上を添加しても良い。ゾルーゲル溶液は、浸漬法，塗布，スプレー等によってステンレス鋼板表面に塗布される。



X: ビニル基, エポキシ基, アミノ基, メタクリロキシ基又はメルカプト基

R: アルキル基

【0006】

【作用】ゾルーゲル法は、金属板表面に酸化物層を形成させる方法として従来から使用されており、比較的低温で酸化物層を形成できる長所をもっている。しかし、従来のゾルーゲル法では、膜厚が $1\mu m$ 以下の薄膜が得られるに過ぎない。このような薄膜は、多数のピンホールを含み絶縁性が十分でないことから、太陽電池用基板の絶縁層として使用できない。ところで、本発明者等は、オルガノアルコキシシランを膜強化剤として、ヒドロキシアシルアルキルセルロースを増粘剤としてアルコキシドに添加したコーティング溶液を使用すると、比較的厚膜の酸化物層が形成されることを見出し、特願平8-40558号等で提案した。

【0007】基本となるゾルーゲル浴は、アルミニウムアルコキシド、アルコキシシラン、オルガノアルコキシシラン、アルカリ金属及び／又はアルカリ土類金属のアルコキシド、アルコールアミン、水を含み、各アルコキシドを溶解させるためアルコール系の溶剤を使用する。アルコール系溶剤に溶解したアルコキシドは、水添加によって加水分解し、水酸化物となる。しかし、急激な加水分解では沈澱物が生成するので、アルコールアミンの添加によって加水分解の反応速度を調整する。このゾルーゲル浴をステンレス鋼板に浸漬、塗布、スプレー等でコーティングすると、アルミニウムアルコキシド、アルコキシシラン、アルカリ金属、アルカリ土類金属のアルコキシド等の加水分解された水酸化物が付着する。

【0008】この状態でステンレス鋼板を加熱すると合成反応が進行し、ステンレス鋼板の表面に酸化物層が形成される。このときの加熱は、 $100\sim 600^\circ C$ 程度で、従来の無機系酸化物を焼き付ける温度に比較して大幅に低い。そのため、ステンレス鋼板に熱的な悪影響を及ぼすことなく、しかも酸化物本来の優れた絶縁性を呈する絶縁層となる。形成された絶縁層は、従来のゾルーゲル法による酸化物層と異なり、オルガノアルコキシシラン添加によりシリカの網目構造の結合が強化され、ヒドロキシアシルアルキルセルロースの添加により急激な溶剤の蒸発に伴うクラックの発生が抑制されることから厚く成長し、ステンレス鋼板に対する密着性も良好である。また、塗布-乾燥-焼成を繰り返すことにより、酸化物層を厚膜化できる。たとえば、図1(a)に示すように、ステンレス鋼板1の表面に膜厚 $1\mu m$ 以上の酸化物層2を形成すると、薄膜に生じがちなピンホール等の欠陥がなくなり、太陽電池用の絶縁層として十分な絶縁特性が発現される。しかし、厚すぎる酸化物層2ではステンレ

ス鋼板1に対する密着性が低下するので、酸化物層2の厚みは $10\mu m$ 以下に調整することが好ましい。

【0009】酸化物、窒化物、炭化物等の絶縁性粉末を分散させたゾルーゲル浴を使用すると、絶縁性粉末3が分散した厚膜の酸化物層2(図1b)が得られる。絶縁性粉末3は、酸化物層2のクラック発生を抑制し、酸化物層2を比較的容易に厚膜化できる。なかでも、可視光反射特性が高い粉末を絶縁性粉末3として使用すると、太陽電池を構成したときの入射光の多重反射が促進され、光電変換効率が向上する。可視光反射特性が高い粉末としては、反射特性を図2に示すように Al_2O_3 , ZnO , MgO の外、 SiO_2 , TiO_2 , $CaCO_3$, $MgCO_3$ 等が使用される。酸化物層は、ゾルーゲル浴とステンレス鋼基板との接触界面で形成・成長するため、ステンレス鋼基板の表面形態を正確に倣った均一膜厚となる。そこで、ステンレス鋼板1を凹凸のある表面(図1c)にすると、その表面凹凸を倣った酸化物層2が形成される。凹凸のある酸化物層2は、入射光の乱反射や多重反射を促進させ、光閉じ込め効果によって光電変換効率を向上させる。

【0010】

【実施例】

実施例1: アルミニウムイソプロポキシド: 1.0モル, オルトケイ酸テトラエチル: 2.5モル, ナトリウムメトキシド: 1.0モル, トリイソプロパノールアミン: 4.0モル及び水: 7.0モルをブチルセルソルブ: 15モルに溶解し、24時間攪拌してゾルーゲル浴を調製した。得られたゾルーゲル浴は、透明で、100時間攪拌放置しても安定であった。ゾルーゲル浴を用いて、板厚0.15mmのステンレス鋼板SUS430を引上げ法でコーティングした後、2分間常温で乾燥させ、 $380^\circ C$ で2分間焼成した。得られた酸化物皮膜は、厚み $2.0\mu m$ で均一且つ緻密な構造をもった透明膜であった。

【0011】実施例2: ゾルーゲル浴に更に Al_2O_3 : 20重量部を添加する以外は、実施例1と同じ条件下でステンレス鋼板SUS430をコーティングした。得られた酸化物皮膜は、厚み $8.0\mu m$ で均一且つ緻密な構造をもった透明膜であった。

実施例3: ゾルーゲル浴に更に MgO : 30重量部を添加する以外は、実施例1と同じ条件下でステンレス鋼板SUS430をコーティングした。得られた酸化物皮膜は、厚み $10\mu m$ で均一且つ緻密な構造をもった透明膜であった。

実施例4: 表面粗さを R_z 1.26 μm , R_{max} 1.66 μm に調整し、且つ表面粗さに一方向のうねりをつけたステンレス鋼板SUS430を使用する以外は、実施

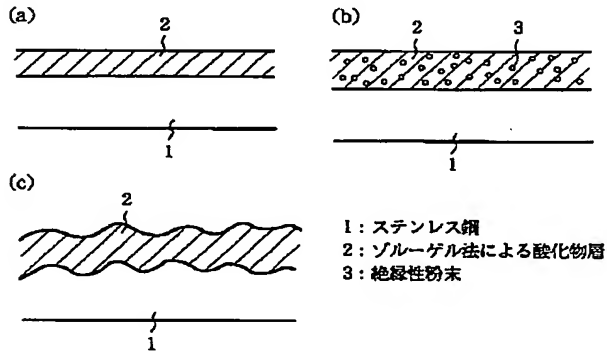
5

例1と同じゾルーゲル浴を用いてステンレス鋼板をコーティングした。得られた酸化物皮膜は、厚み $2.0\mu\text{m}$ で均一且つ緻密な構造をもった透明膜で、ステンレス鋼板の表面形態を正確に倣って一方向のうねりが付けられていた。

【0012】実施例1～4で酸化物層が形成されたステンレス鋼板を太陽電池用基板として使用し、常法に従って次のようにして太陽電池を形成した。まず、加熱した基板表面に酸化インジウム及び酸化錫の混合物を蒸着させ、下部電極を所定間隔で形成した。そして、下部電極上に非晶質Si膜をプラズマCVD法で形成し、下部電極に対応する透光性上部電極として酸化インジウム膜を非晶質Si膜上にスパッタリング法で形成した。更に、透光性上部電極の上に高分子樹脂を一様に塗布し、焼成することにより、透光性パシベーション膜を形成した。

【0013】得られた各太陽電池について、山下電装株式会社製のソーラシミュレータを用いて光電変換効率を測定した。実施例1の基板を使用した太陽電池では、8%の光電変換効率を示した。可視光反射効率が高い粉末を加えた絶縁層を形成した実施例2、3では、光電変換効率がそれぞれ9%、10%と増大した。また、うねりのあるステンレス鋼板を使用した実施例4では、10%と高い光電変換効率を得られた。この結果から明らかな

【図1】



6

ように、実施例1～4で絶縁層が形成されたステンレス鋼板は、何れの高性能の太陽電池用基板と使用できることが確認された。

【0014】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の太陽電池用基板は、絶縁層として有効な膜厚の酸化物層をゾルーゲル法でステンレス鋼基板の表面に形成しているため、従来の有機系絶縁層に比較して耐熱性、耐湿性に優れ、非晶質Si堆積時等にガスを発生することがない。ゾルーゲル法で形成される酸化物層は、従来の無機系絶縁層に比較すると非常に簡便な方法で形成され、優れた絶縁特性を呈する絶縁層となる。しかも、可視光反射特性に優れた粉末の分散や表面調整されたステンレス鋼板を基板とするとき、基板の表面形態に倣った酸化物層が形成されるため、光閉じ込め効果が大きくなり、光電変換効率の高い太陽電池用の基板として使用される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ゾルーゲル法でステンレス鋼板表面に形成された酸化物層 (a)、絶縁粉末を分散させた酸化物層 (b) 及び表面にうねりを付けたステンレス鋼板表面に形成された酸化物層 (c) の各断面図

【図2】 酸化物層に分散される可視光反射特性の高い粉末の反射率を示すグラフ

【図2】

